

中华人民共和国煤炭行业标准

MT/T 702—201X
代替 MT/T 702—1997

煤矿灌(注)浆防灭火技术规范

Technical specification of fire fighting by grouting in coal mines

(征求意见稿)

201X-XX-XX 发布

201X-XX-XX 实施

国家煤矿安全监察局 发 布

目 次

前 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 一般要求.....	2
5 矿井注浆防灭火设计.....	2
6 注浆材料.....	2
7 主要注浆参数.....	3
8 制浆方式和方法.....	4
9 输浆管路.....	4
10 注浆方法.....	5
11 注浆防灭火的效果考察.....	6

前 言

本标准是依据 GB/T 1.1-2009 标准编写要求编写的。

本标准是对 MT/T 702—1997《煤矿注浆防灭火技术规范》进行修订，并代替 MT/T 702—1997。与 MT/T 702—1997 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 修改了本标准的适用范围（见第 1 章，1997 年版的第 1 章）；
- 修改了注浆材料种类（见 6.1，1997 年版的 6.1）；
- 增加了注浆添加剂指标（见 6.5）；
- 删除了灌浆系数（见 1997 年版的 7.1）；
- 增加浆液覆盖厚度（见 7.1）；
- 修改了土水比（见 7.2，1997 年版的 7.2）；
- 修改了注浆量计算公式（见 7.3、7.4，1997 年版的 7.3）；
- 修改了输浆管路临界直径计算公式（见 9.1，1997 年版的 9.1）；
- 修改了输浆管路水头损失计算公式（见 9.2，1997 年版的 9.1）；
- 增加了输浆管路总水头损失值计算公式（见 9.3）；
- 增加了输浆泵扬程计算公式（见 9.4）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国煤炭工业协会提出。

本标准由煤炭行业煤矿安全标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中煤科工集团重庆研究院有限公司、西安科技大学。

本标准主要起草人：王正辉、李尚国、叶正亮、陈明河、张辛亥、文虎、邓军、许廷辉。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- MT/T 702—1997。

煤矿灌（注）浆防灭火技术规范

1 范围

本标准规定了煤矿注浆防灭火工艺过程的一般要求、矿井注浆防灭火设计、注浆材料、主要注浆参数、制浆方式和方法、输浆管路、注浆方法和注浆防灭火的效果考察的要求。

本标准适用于矿井注浆防灭火的设计、施工与实施，也可作为矿井注胶防灭火的设计、施工与实施参考。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 51078-2015 煤炭矿井设计防火规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

注浆防灭火方法 method of preventing and extinguishing coal seam fire by means of grouting

将注浆材料（黄土、页岩、矸石、粉煤灰、尾矿、胶体等）细粒化后加水制备成浆液（可以向浆液中添加提高其防灭火性能的添加剂），用水力输送到防灭火区域内，达到封堵漏风通道、包裹煤岩阻止氧化、冷却煤岩温度而预防或扑灭矿井火灾的一项技术措施。

3.2

沉降速度 settling velocity

浆液的悬浊液液面在量筒中匀速下降的平均速度。

3.3

临界稳定时间 critical stable time

浆液的悬浊液液面在量筒中匀速下降的时间。

3.4

塑性指数 plastics index

表征注浆材料的可塑性的指数。

3.5

粘度系数 viscosity coefficient

表征浆液内部微粒间阻碍其相对流动的一种内摩擦特征的系数。

3.6

氧化镁胶体混合物含量 amount of magnesium oxide colloid mixture

浆液中的固体材料所含极细散胶体部分的体积百分比含量。

3.7

含砂量 quantity of sand

注浆材料中，0.05~0.25mm 粒径的砂质成份的重量百分比。

3.8

氧化交叉温度 cross temperature in oxidation

物质在氧化反应炉中氧化升温曲线与反应炉加热升温线的交点的温度值。

3.9

恒温吸氧量 amount of absorbed oxygen at constant temperature

单位重量物质在静态恒温吸氧实验过程中的吸氧量（体积）。

3.10

土水比 ratio of clay to water

注浆防灭火浆液中的固体材料的自然堆积体积与水的体积之比。

3.11

浆液的制备 preparation of grout

将注浆材料（黄土、页岩、矸石、粉煤灰、尾矿、胶体等）与水混合用水力或机械搅拌的方式形成浆液的制造方法。

3.12

注浆方法 ways of grouting

用钻孔或专门设置的管路将浆液注入到防灭火区域的方法。

3.13

采空区氧化带 oxidation zone in gob

在回采工作面采空区中的煤最易氧化自然发火的区段。

4 一般要求

4.1 采用注浆防灭火的矿井需备有完整的矿井开拓开采图、通风系统图及注浆管路系统图。

4.2 新建矿井应有所有煤层、拟建水平和不同地质构造区域煤的自然倾向性鉴定报告，以及开采同煤系煤层邻近生产矿井的自然发火危险程度等级资料。

4.3 生产矿井应有矿井自然发火危险程度等级资料以及新开煤层、新水平和不同地质构造区域煤的自然倾向性鉴定报告。

4.4 应有注浆材料来源、种类、数量及其有关性能的分析资料。

5 矿井注浆防灭火设计

5.1 主要内容

矿井注浆防灭火设计的主要内容应包括：

- a) 选用的注浆材料种类及其性能分析资料；
- b) 主要注浆参数；
- c) 浆液的制备方式和方法，注浆设备和系统；
- d) 输送浆液的管路系统及计算；
- e) 注浆方法；
- f) 矿井注浆防灭火效果考察；
- g) 矿井注浆防灭火安全措施。

5.2 工程实施

矿井注浆防灭火设计的工程实施由基建施工单位（基建矿井）或矿井（生产矿井）负责进行，设计部门派人到现场指导。

5.3 工程验收

矿井注浆防灭火设计的工程完工后由批准部门组织验收。

6 注浆材料

6.1 注浆材料种类

注浆材料主要包括：黄土、页岩、煤矸石、粉煤灰、沙子、水泥等惰性材料。

注浆添加剂主要包括：悬浮剂、胶凝剂、增稠剂、减水剂等。

6.2 成浆性能指标

注浆材料成浆性能指标应达到如下规定：

- a) 沉降速度 $1\text{mm/s} \sim 10\text{mm/s}$ ；

- b) 临界稳定时间为 20min~60min;
- c) 塑性指数 7~14(粉煤灰可小于 7);
- d) 粘度系数 $(1\sim2)\times 10^{-3}\text{Pa}\cdot\text{s}$;
- e) 氧化镁胶体混合物含量 20%~35%;
- f) 含砂量 10%~30%(粉煤灰可小于 10%);
- g) 如果纯浆液沉降速度、临界稳定时间、塑性指数及粘度系数达不到上述要求,可加入添加剂,使其满足上述要求。

6.3 氧化性能指标

用矸石、粉煤灰、尾矿作注浆材料时,其指标应达到如下规定:

- a) 氧化交叉温度在 300℃ 以上;
- b) 30℃ 恒温吸氧量小于 0.1mL/g;
- c) 固定碳含量不大于 8%,含硫量不大于 1.5%,烧失减量不大于 20%,发热量不大于 2000J/g。

6.4 粒度要求

页岩、矸石应经破碎、湿式球磨机球磨,其粒度要求在 5mm 以下,其中大于 0.5mm 的粒料应占 10% 以下,小于 0.1mm 的粒料应占 60% 以上。

6.5 注浆添加剂指标

用悬浮剂、胶凝剂、增稠剂、减水剂等作注浆添加剂时,其指标应达到如下规定:

- a) 无毒无害,对人无危害,对设备无腐蚀,对环境无污染;
- b) 具有良好的稳定性,灭火时不会产生有毒有害气体。

7 主要注浆参数

7.1 浆液覆盖层厚度

防火注浆浆液覆盖层厚度为 0.05m~0.25m,灭火注浆浆液覆盖层厚度相应加大。

7.2 土水比

矿井防灭火注浆浆液的土水比应为 1:1~1:5。

7.3 工作面注浆量

工作面注浆量按式(1)计算:

$$Q_w = \frac{GWh(\delta+1)M}{\rho_c HLNt} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- Q_w ——工作面注浆量的数值,单位为立方米每小时 (m^3/h);
- G ——工作面日产煤量的数值,单位为吨每天 (t/d);
- W ——沿工作面布置方向注浆宽度的数值,单位为米 (m);
- h ——浆液覆盖层厚度的数值,单位为米 (m);
- δ ——土水比倒数的数值;
- M ——浆液制成率的数值,一般取值为 0.9;
- ρ_c ——煤的密度的数值,单位为吨每立方米 (t/m^3);
- H ——工作面回采高度的数值,单位为米 (m);
- L ——工作面长度的数值,单位为米 (m);
- N ——注浆添加剂防灭火效率因子的数值;
- t ——矿井注浆时间的数值,单位为小时每天 (h/d)。

7.4 矿井注浆量

矿井注浆量按式(2)计算:

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_{w,i} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

Q ——矿井注浆量的数值，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

n ——同时回采工作面个数。

8 制浆方式和方法

8.1 制浆方式

根据矿井注浆材料的来源和当地气候条件等，可选择地面集中式制浆和井下移动式制浆方式。

8.2 黄泥、粉煤灰等细粒料的制浆方法

8.2.1 水力制浆

一般采用人工或机械取土（灰），将土（灰）疏松，经水力（水枪）冲刷混合成浆。当采用水枪直接取土时，其供水压力、水流量和台数应能满足取土制浆的要求。水力制浆过程中应严格控制土水比。

8.2.2 机械搅拌制浆

应建立浆池，黄土（灰）加水在浆池中搅拌成均匀浆液后即可输入井下。浆池应设 2 个以上，一个作进行注浆，另一个进行搅拌制浆，交替使用。浆池的容积应能保证注浆量的要求。

8.2.3 自动化机械搅拌制浆

采用机械化成套装置，把黄土（灰）和水定量混合制成浆液，在制浆过程中要保证浆液配比和流量稳定可靠。

8.3 页岩浆和矸石浆的制浆方法

页岩浆和矸石浆的制浆方法相似，将页岩和矸石破碎磨粉后进行制浆。

8.4 沙浆的制浆方法

从储沙场挖取沙子，运到矿井地面制浆站，将沙子或者沙子和悬浮剂用专门的搅拌筒加水搅拌成浆，或用专用设备制浆。

8.5 注浆期间浆液流量和土水比的测定

在注浆期间，每班测定一次浆液的流量和土水比，流量测定可用流量计或体积法，土水比测定可采用比重法。

8.6 胶体的制胶方法

煤矿防灭火用的胶体是由基料、促凝剂和稳定剂按一定的比例与水混合后，由其化学作用而最终生成的胶体状混合液。

9 输浆管路

9.1 输浆管路临界直径

输浆管路临界直径按式（3）计算：

$$D = \left[\frac{0.9158 \times Q_j}{3600 \times \pi} \right]^{24/53} \left(\frac{\alpha \lambda}{g^{11/8}} \right)^{8/53} \left[\frac{(\rho_s - \rho) \rho_m}{(\rho_m - \rho)(\rho_s - \rho_m) \omega \Delta^3} \right]^{2/53} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

D ——输浆管道内径临界直径的数值，单位为米（ m ）；

Q_j ——计算管路段通过浆量的数值，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

α ——浆液中固体颗粒的抑紊减阻系数的数值，一般取值 0.9；

λ ——水的摩阻系数的数值；

g ——重力加速度的数值，单位为米每秒平方（ m/s^2 ）；

- ρ_s ——注浆材料真密度的数值, 单位为吨每立方米 (t/m^3);
 ρ ——水密度的数值, 单位为吨每立方米 (t/m^3);
 ρ_m ——浆液密度的数值, 单位为吨每立方米 (t/m^3);
 $\bar{\omega}$ ——各级颗粒在浆液中平均自由沉降速度的数值, 单位为米每秒 (m/s);
 Δ ——注浆管道当量粗糙度的数值, 单位为米 (m)。

9.2 输浆管路的水头损失

输浆管路的水头损失按式 (4) 计算:

$$i_m = \frac{\alpha \lambda U^2 \rho_m}{2gD\rho} + K_m \mu_s \left(\frac{\rho_m - \rho}{\rho_s - \rho} \right) \left(\frac{\rho_s - \rho_m}{\rho} \right) \frac{\bar{\omega}}{U} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- i_m ——注浆管道单位长度水头损失的数值, 单位为米水柱每米管长;
 U ——注浆管道中浆液流速的数值, 单位为米每秒 (m/s);
 D ——注浆管道内径的数值, 单位为米 (m);
 K_m ——系数, 一般取 11;
 μ_s ——浆液中颗粒与注浆管道间摩擦阻力系数, 一般取值范围为 0.3~0.8。

9.3 输浆管路的总水头损失值

输浆管路的总水头损失值按式 (5) 计算:

$$H_T = (1 + K_\xi) \left[\sum_{j=1}^n (L_j i_{m,j}) \right] \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- H_T ——输浆管路的总水头损失数值, 单位为米水柱 (m);
 K_ξ ——注浆管道局部阻力损失系数的数值;
 n ——注浆管路钢管分段数;
 L ——注浆管路各段长度的数值, 单位为米 (m)。

9.4 输浆泵扬程计算

由输浆管路的总水头损失值, 确定是采用自流 (靠自然压头) 输浆还是选用相适应 (流量和压力) 的浆液泵加压输浆, 所需清水扬程按式 (6) 计算:

$$H_p = \frac{H_T \rho + H_0 \rho_m - H_1 \rho_m}{\rho K_m K_f} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- H_p ——所需注浆泵扬程的数值, 单位为米水柱 (m);
 H_0 ——注浆管道末端剩余水头的数值, 单位为米液柱 (m);
 H_1 ——泵吸入管中心至排出点管道中心高差, 单位为米 (m);
 K_m ——注浆泵输送浆体时扬程变化率的数值;
 K_f ——注浆泵磨损后扬程折减系数的数值, 一般取 0.85~0.95。

9.5 输浆管路铺设

- 9.5.1 输浆管路系统应尽量避免出现“两头高中间低”的布置方式, 并尽量减少拐弯。
 9.5.2 井下输浆管路应紧靠井巷壁铺设, 固定牢固, 并涂以防锈漆。
 9.5.3 每次注浆后应立即用清水冲洗管路。

10 注浆方法

10.1 注浆方法的选择

根据矿井的具体条件, 可选择一种或几种注浆方法。

10.2 钻孔注浆

按防灭火区的条件可采用两种形式：

- a) 从井下巷道或钻场向注浆区域打注浆钻孔，钻孔开孔孔径应不小于 108mm，终孔孔径应不小于 89mm，封孔要严密，钻孔与输浆管路的连接要牢固，并能承受最大的注浆压力；
- b) 从地面直接向注浆区域打注浆钻孔，钻孔孔径应不小于 108mm，钻孔内应全长度下套管或下至基岩端顶部。

10.3 埋管注浆

随着回采工作面推进向采空区内埋设管道进行注浆，出浆口距工作面的距离应不小于 15m。

10.4 密闭墙插管注浆

工作面回采后从密闭墙上方的注浆管向采空区注浆。此时，密闭墙的强度应满足注浆的要求，注浆时应派专人监护，一旦发现有溃浆征兆时，应立即停止注浆。

10.5 注浆区的排水措施

注入采空区的浆液中脱出的水一部分被围岩吸收，一部分滞留在注浆区的下部空间。注浆区的排水措施主要采取两种：

- a) 在注浆区下部的密闭墙的底部设置排水孔或溢水孔，在注浆后应随时观察这些密闭墙的排水量的变化情况；
- b) 在注浆区下部进行采掘前，应对注浆区进行打钻孔或采取其他措施进行泄水。

11 注浆防灭火的效果考察

11.1 注浆区温度和气体成分的检测

11.1.1 派专人定期检测注浆灭火区、注浆防火工作面、采空区内及钻孔孔底的气温、煤温和出水温度。

11.1.2 具有自然发火危险程度的矿井均应建立完善的火灾束管监测系统或地面气体分析实验室。气体分析成份主要有：氧气、甲烷、一氧化碳、二氧化碳、乙烯、乙炔、氢气。

采集气体的地点为：

- a) 回采工作面的回风巷、回风隅角、采空区氧化带回风侧；
- b) 通向火区的密闭墙内侧或钻孔内以及观测孔底部；
- c) 其他需要的地点。

采用人工取样在地面进行气体分析时，应符合以下要求：

- a) 取样应使用专用取样袋或取样器，取样后应在 5h 内送到地面实验室进行分析；
- b) 注浆防火区域应定期对各取样点取一次样；
- c) 注浆灭火封闭区域内每天取一次样；
- d) 回采工作面或其它地点在发火期间（未封闭的情况下）每班取一次样。

11.2 注浆防灭火区的管理

11.2.1 建立防灭火注浆台帐，主要内容应包括：

- a) 注浆区位置；
- b) 钻孔工程；
- c) 注浆工程；
- d) 防灭火密闭墙工程；
- e) 气体分析及温度记录；
- f) 浆液分布状况等。

11.2.2 火区熄灭标准、注销和启封要求以及防火墙的管理，均应遵循《煤矿安全规程》和《矿井防灭火规范》的规定执行。